

# Livssyklus kostnader i planlegging og prosjektering

**Workshop 31. mars 2009  
SINTEF Byggforsk**

# Mål med workshopen

- Å øke kunnskapen og den praktiske erfaringen omkring bruk og oppfølging av livsløpskostnader (LCC) som en del av beslutningsgrunnlaget, sett i sammenheng med kalkulasjonskostnader og miljøkostnader
- Introdusere
  - Livssyklus kostnader (overordnet)
  - Økonomisk verdsetting av miljøeffekter ("miljøkostnader")
  - Byggekostnader / kalkyle
  - Verktøy

Diskusjon: Muligheter, barrierer, nytte? (for hvem), behov, erfaringer



## **Ansv.: Forskningsleder Kristin Holthe**

08:45	<b>Velkommen</b>
09:00	<b>Introduksjon til LCC og økonomisk verdsetting av miljøeffekter v/ Kristin Holthe (SINTEF Byggforsk)</b>
09:30	<b>Byggekostnader, økonomisk verdsetting av miljøeffekter og LCC v/ Øyvind Jensen (Norconsult)</b>
10:10	<b>Kaffepause</b>
10:25	<b>Plenumsdiskusjon:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– <b>Bruk av LCC i sammenheng med kalkulasjonskostnader og økonomisk verdsetting av miljøeffekter</b></li><li>– <b>Muligheter, barrierer, nytte? (for hvem), behov, erfaringer</b></li></ul>
11:30	<b>Oppsummering</b>
12:00	<b>Lunsj</b>

# Prosjekter

- **Intelligent Energy Europe**  
(EU-program)
- **LCC-DATA Life-Cycle-Costs**  
(EU-prosjekt)
- **FoU-prosjektet GLITNE**  
(Forskningsråds-prosjekt)



## LCC-DATA Life-Cycle-Costs

LCC-DATA Life-Cycle-Costs in the Planning Process. Constructing Energy Efficient Buildings by Taking Running Costs into Account



The main goal of LCC DATA is simplifying the data access as well as storage possibilities to ease and extend the use of LCCA in construction, and hence improve the decision process towards more sustainable buildings. This means defining cost categories, develop database for storing and benchmarking of costs, and ensure simplified data exchange between different ICT-tools used in planning and decision. Realistic LCCA, as a good basis for decision making, requires easy accessible data in all phases from brief to construction, where statistic information, key numbers and experience data is valuable information.

More available input data will remove one of the main barriers of taking LCCA in more active use. Easy access to comparable data also gives the building owners possibilities to benchmark their building, with emphasis on energy use and operation cost. This will lead to more focus on the operation of buildings, as well as improvement of energy efficiency. Pilot cases will be used to reach the goals.

The project will use pilot projects together with building owners in order to collect and use data, especially of running costs, taking into account what data is already available in other forms. Finally the collected data will be used to calculate LCC in the brief and design phase of a planned building. The pilot cases will also be used to show different solutions concerning energy use and LCC.

Tools and methods for calculation of energy demand and LCC will be used for the different building projects throughout the project. Guidelines for integrated planning process, recommended in LCC-REFURB, will also be used.

The project consortium is consisted of partners for Norway, Austria, Czech Republic, Germany, Greece, and Slovenia, all with long experience in energy efficiency and use of LCC.



## Contacts:

SINTEF Byggforsk,  
[Guri Kringsvoll](#)

Austrian Energy Agency,  
[Maika Gross](#)

ZRMK Institut,  
[Marjana Šijanec-Zavrl](#)

Berliner E Agenturer  
[Nils Thamling](#)

CRES,

[Maria Kikira](#)

Cityplan,  
[pavel.frojka@cityplan.cz](mailto:pavel.frojka@cityplan.cz)

## Documents:

[LCC Factsheet \(78 Kb\)](#)

[Project presentation LCC DATA \(47 Kb\)](#)

[D4 Cost classification \(89 Kb\)](#)

[D11 Interim report data base \(317 Kb\)](#)

[D12 Energy and LCC calculations interim report \(133 Kb\)](#)

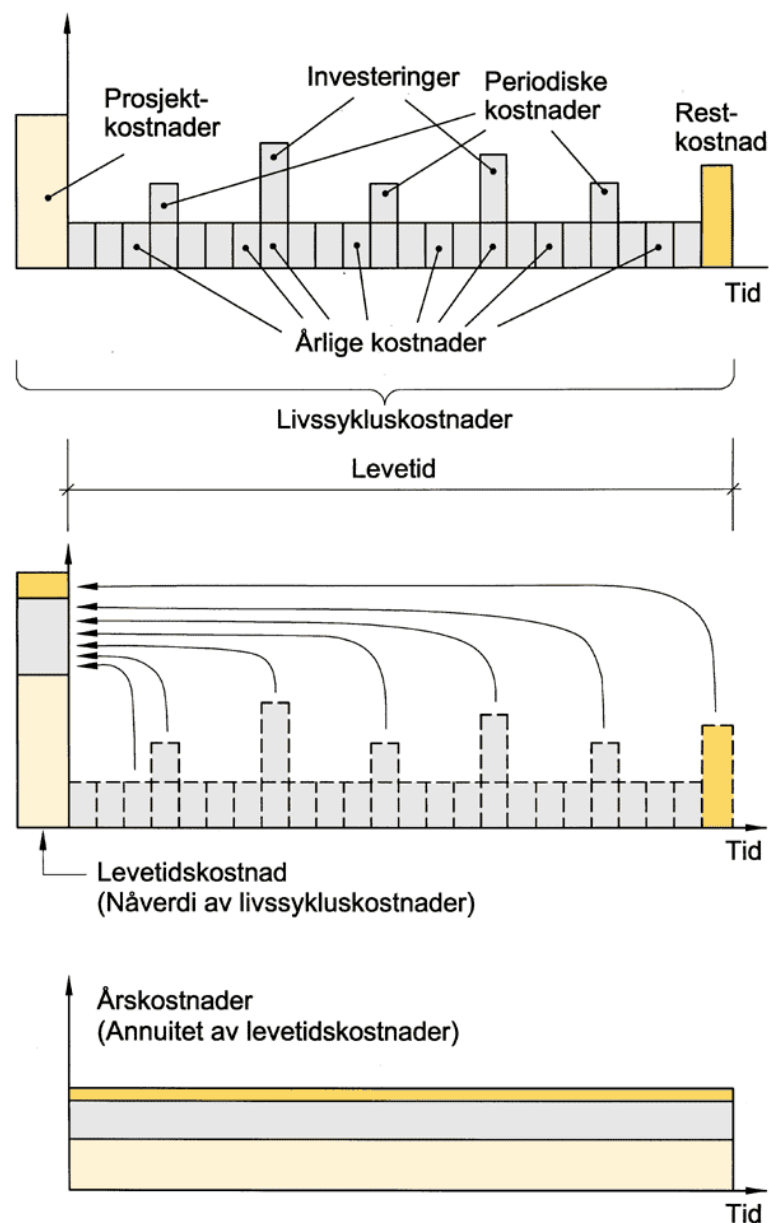


# LCC-DATA Life-Cycle-Costs

- EU-prosjekt (2006-2009). Deltakere fra Østerrike, Tsjekkia, Tyskland, Hellas, Slovenia og Norge (koordinator)
- Tema:
  - Utvikle et felles LCC rammeverk, systemer for utveksling av informasjon og database
  - Datainnsamling
  - Energi- og LCC-beregninger (case)
  - Workshops på aktuelle tema

# Introduksjon til LCC

- Livssyklus kostnader (Life Cycle Costing)
- Livssyklus kostnader er et samlebegrep på alle bygningsrelaterte kostnader som forekommer i bygningens livsløp



Figur: Byggforskserien, Byggforvaltning 624.010

# Eldre historikk.....

Det eksisterer flere metoder og verktøy for livssyklus kostnader i Norge:

- 1981: Bernt Borrings "Årskostnader – RIF"
- 1983: "Økonomi i byggesaker" (Frank Henning Holms)
- 1988: NS 3454 Årskostnader for bygninger utgitt av Norges Byggstandardiseringsråd
- 1993/94: "Årskostnader 1, 2 og 3" (Bjørberg, Eide og Stang 1993; Henriksen og Thorsnes 1994; Thorsnes og Bjørberg 1994)
- 1984-1988: 3B-programmet, beregningsanvisning (årskostnader)
- Tidlig 1990-tallet: Statsbygg, husleiemodell (årskostnad)
- 2000: NS 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk. Prinsipper og struktur",
- > 2000: Web-basert verktøy (LCProfit), Nettverket nøkkeltall for benchmarking (nøkkeltallsdatabase)
- 2004: Nordisk enighet om klassifikasjon

# Nyere historikk..... ( 2 eksempler)

- Byggekostnadsprogrammet ([www.byggekostnader.no](http://www.byggekostnader.no))
  - Norconsult & Holte Byggsafe "Bedre Bygg Billigere" (2008)
- Byggemiljø ([www.byggemiljo.no](http://www.byggemiljo.no))
  - Interaktiv veileder (2006), utarbeidet av Multiconsult

Veiledning til praktisk bruk av LCC

Om veiledningen

Denne veilederen gir en introduksjon til praktisk bruk av livssyklus kostnader (LCC - Life Cycle Costing) i byggeprosjekter og i bygg- og eiendomsforvaltningen.

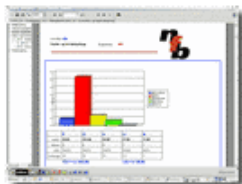
Hovedfokus er LCC, men veilederen omtaler også andre sentrale forhold i livssyklusplanlegging (LCP – Life Cycle Planning).



# Nettverket nøkkeltall for benchmarking (nfb)



- Nøkkeltallsdatabase (NBEF står som eiere)
- **Nettverket nøkkeltall for benchmarking (nfb)** er et nettverk i foreningen **Norges Bygg- og Eiendomsforening (NBEF)**.
- **NBEF** (interesseorganisasjon for bedrifter/virksomheter og personer med engasjement innen bygg- og eiendomsforvaltning)
- Stiftet 2002, over 50 deltakere i nettverket og har 2,5 mill m2 i databasen (kilde: [www.nfb.no](http://www.nfb.no))



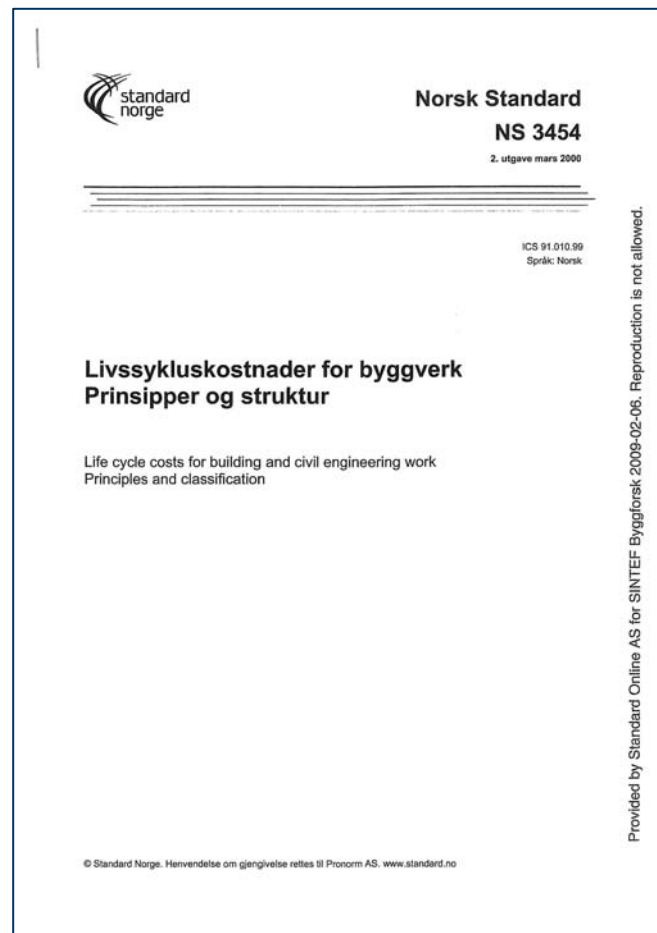
## Nettverket nøkkeltall for benchmarking (nfb)

Link til databasen  
[Link til databaseverktøy](#)

# Norsk standard for livssyklus kostnader for byggverk (NS 3454)

Hovedpostene:

1. **Kapitalkostnader**
2. **Forvaltningskostnader**
3. **Driftskostnader**
4. **Vedlikeholdskostnader**
5. **Utviklingskostnader**
6. **(Ledig)**
  
7. **Service-/støttekostnad til kjernevirksomheten**
8. **Potensialet i eiendom**
9. **(Ledig)**



# NS 3454 Standardposter

	FDVU				
1 Kapital- kostnader	2 Forvaltnings- kostnader	3 Drifts- kostnader	4 Vedlikeholds- kostnader	5 Utviklings- kostnader	6 Ledig
Prosjekt- kostnader	Skatter og avgifter	Løpende drift	Planlagt vedlikehold	Løpende ombygging	
Restkostnad	Forsikringer	Renhold	Utskiftinger	Offentlige krav og pålegg	
	Administrasjon	Energi	Utendørs	Oppgradering	
		Vann og avløp		Utendørs	
		Avfallshåndtering			
Vakt og sikring					
Utendørs					
Diverse	Diverse	Diverse	Diverse	Diverse	Diverse

# Hensikten med LCC (bruksområder)

Utarbeidelse kostnadsrammer for (NS):

- Planlegging, programmering og prosjektering
- Bygging
- Bruk

Resultater av kostnadsberegningene (NS):

- Konsekvenser av investering
- Alternativsvurderinger (konsept, materialer/komponenter og systemer)
- Synliggjøre konsekvenser ved forbedret/endret drift

Kilde:

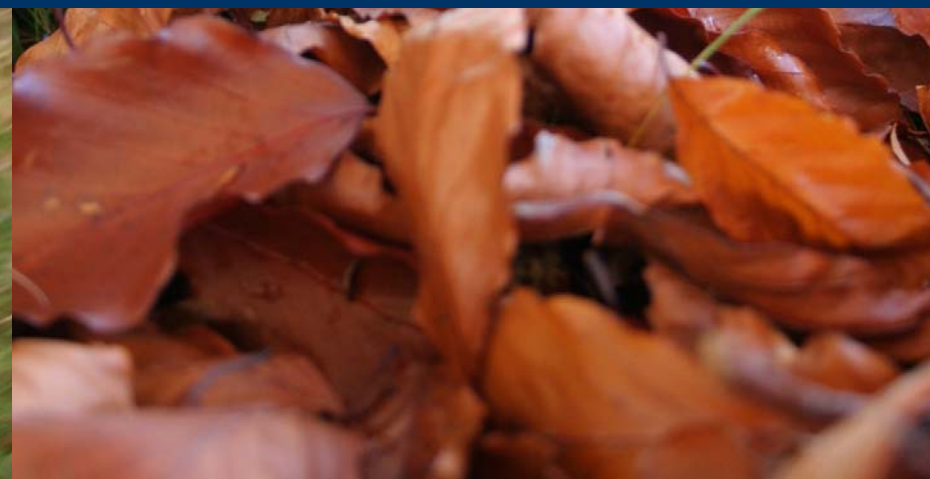


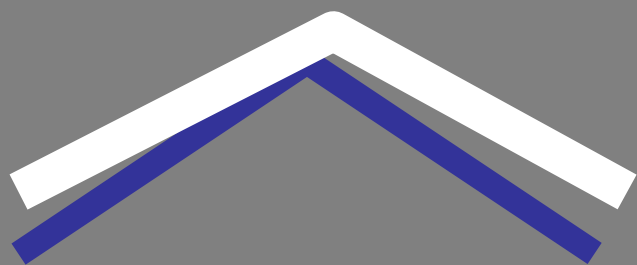
# Økonomisk verdsetting av miljøeffekter – ”miljøkostnader”





**Hva er framtidas viktigste miljøkvaliteter i bygg? Hva er gode miljøkvaliteter? Hvordan kan vi premiere miljøkvaliteter i bygg?**





**GLITNE**

Mer miljøvennlig bygg  
gjennom økonomisk  
verdsetting av miljøeffekter

# GLITNE

**GLITNE ("den lysende") er i den norrøne mytologien boligen til Forsete i Åsgard. Salen hadde tak av sølv og søyler av gull. Det sies at Forsete fikk den av sin far, Balder. Forsete er rettferdighetsguden, og var sønnen til Balder og Nanna. Han satt ved gudenes hov, og fungerte som lovgiver og dommer i vanskelige saker. Han greide som regel å lage forlik i alle vanskelige saker.**

Fra Wikipedia





## ■ HVEM

- Prosjekteiere: Snøhetta. En rekke partnere deltar
- Prosjektledere: SINTEF Byggforsk

## ■ HVA

- FoU-prosjekt 2006-2009. Total økonomisk ramme 10 mill. NOK
- BIA-programmet i Forskningsrådet

## ■ HVOR

- [www.sintef.no/glitne](http://www.sintef.no/glitne)
- Ta kontakt!

# Partnere i GLITNE

## Arkitekt

- Snøhetta
- Arkitekthøgskolen (AHO)

## Bransjeforeninger/interesseorg.

- Bellona
- Standard Norge v/ Norsk stålforbund
- Treindustrien
- Grønt Punkt Norge
- Finansnæringens hovedorganisasjon (FNH)

## Industri

- Teknobbygg
- Entra eiendom
- NCC Construction AS
- Veolia Miljø
- OSO
- Protan
- Kebony
- Norconsult (IT-partner)

## Myndigheter

- Statens bygningstekniske etat

## Forskningsinstitutt

- SINTEF Byggforsk





Miljøvurdering av produkter og bygninger



Økonomisk verdsetting av miljøeffekter



Virkemiddel



Bygningsinformasjonsmodeller (BIM) 

# Mål med prosjektet



- Frembringe nødvendig kunnskap om hvordan miljøeffektive bygg kan gjøres mer konkurransedyktige
  - Utvikle metode og verktøy for enkelt å synliggjøre miljøkonsekvenser knyttet til byggverk
  - Finne hvordan partnerne i prosjektet kan benytte metoden i miljøstyrt produktutvikling
  - Foreslå en modell for innføring av utvidet produsentansvar på bygg til det beste for næringen
  - Gi innspill til nasjonale og internasjonale standarder, lover og forskrifter



Byggevarer



Bygg  
(summen av byggevarer + drift)



Virkemiddel

Miljø-depositum?

Miljøforsikring?



Miljødata ett produkt:

- CO<sub>2</sub>
- Kjemikalier (R-setning)
- Avfall (mengde/behandling)

Miljødata

Produkter (flere)

- CO<sub>2</sub>
- Kjemikalier (R-setninger)
- Avfall (mengde/behandling)

Bygg (samlet)

- CO<sub>2</sub>
- Kjemikalier (R-setning)
- Avfall (mengde/behandling)



Kr/øre

- CO<sub>2</sub>
- Kjemikalier (R-setning)
- Avfall (mengde/behandling)

- CO<sub>2</sub>
- Kjemikalier (R-setning)
- Avfall (mengde/behandling)



450.000 NOK



# ”Miljøkostnader”



- Metode for:  
økonomisk verdsetting av miljøeffekter for bygg
  
- Innebærer:
  - Velge hvilke miljøtema som skal inkluderes i metoden (avgrensning)
  - Fastsette økonomisk verdsettingsprinsipp for miljøeffektene

## Indikator

kg olje  
kg kalkstein  
kg ilmenitt osv

kWh vannkraft  
kWh bioenergi  
kWh olje osv

kg CO2 ekv.  
kg ODP ekv.  
kg SO2 ekv.  
kg POCP ekv.  
kg PO4 ekv.

TVOC  
Formaldehyd  
Ammoniakk

kg avfall til gjenvinning  
kg avfall til  
energiproduksjon  
kg avfall til deponi  
kg farlig avfall

g 1,2 etandiol (R22)  
g tereftalsyre (R20, R  
36/38)



## Effekter

Forbruk av ikke-fornybare  
ressurser

Forbruk ikke-fornybar  
energi  
Forbruk fornyb. energi

### Klimaeffekter

Nedbrytning av zonlaget  
Forsuring  
Dannelse av fotooks.  
Overgjødsling

Inneklima

Red. ressursbelastning

Bruk av areal

Irriterende på øyne og hud,  
farlig ved innånding



## Skade

Ressurser

Miljø

Helse

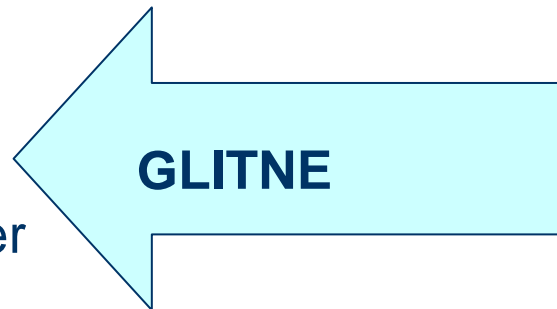
## EPR modell

Pris/kostnad  
Forurensn.  
potensialet



# Avgrensning miljøtema

- Mange viktige miljøtema for bygninger og bygge- og anleggsperioden:
  - Materialbruk
  - Energibruk
  - Avfall
  - Arealeffektivitet og fleksibilitet
  - Forurensning av luft, vann og jord
  - Miljøsanering
- Avgrensning
  - Global oppvarming
  - Helse- og miljøfarlige stoffer
  - Avfall





# Økonomisk verdsetting av miljøeffekter

## ■ Hva

- Skal gi retningslinjer (i kr/øre) i forhold til hvilke miljøeffekter vi bør prioritere

## ■ Hovedprinsipp som er valgt

- Gjenopprettende tiltak
- Eksempel: Kostnadene knyttet opp mot å rydde opp etter et utslipp angir samfunnets betalingsvilje for å unngå utslippet



# Global oppvarming (klima)

- Prinsipp: Tilpasset "gjenopprettende tiltak":
  - Skal kun ha 2° stigning av global temperatur
  - Kostnader estimert i bl.a. "Stern rapporten" og SFT (2007):  
"Reduksjon av klimagasser i Norge. Entiltaksanalyse for 2020"
  - Gir oss grunnlag for å sette en kroneverdi / kg CO<sub>2</sub> ekvivalenter

Tabell 1: (SFT, 2007 b)

Klimagass	Marginalkostnad
CO <sub>2</sub>	600 kr per tonn
CH <sub>4</sub>	12 600 kr per tonn
N <sub>2</sub> O	186 000 kr per tonn
CF <sub>4</sub>	<b>3 900 kr per kg</b>
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	<b>5 520 kr per kg</b>
SF <sub>6</sub>	<b>14 320 kr per kg</b>
HFK-134a	<b>780 kr per kg</b>

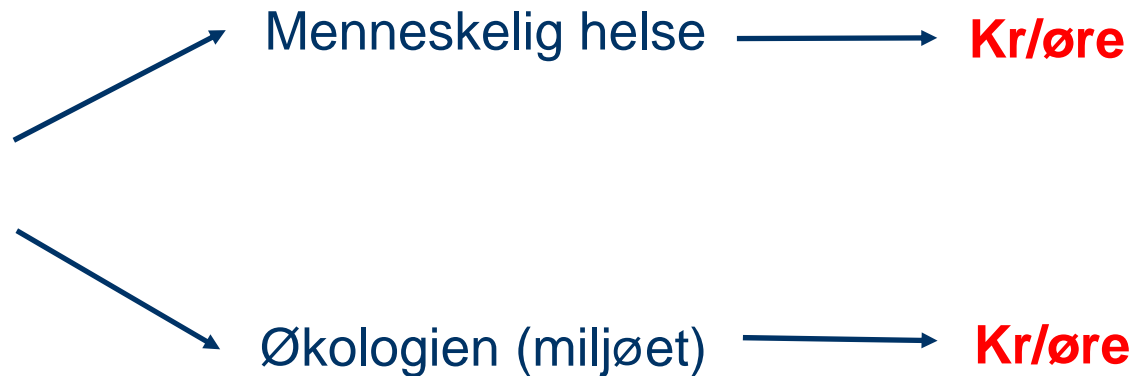
# Helse- og miljøfarlige stoffer

- Først: bruk av helse- og miljøfarlige stoffer har effekter for



Bruk av kjemikalier:

- 1,2 etandiol (R22)
- tereftalsyre (R20, R 36/38)



- Dernext: ikke mulig å bruke gjenopprettende tiltak prinsipp

# Helse- og miljøfarlige stoffer

## ■ Påvirkning på menneskelig helse

- “DALY” (“Disability Adjusted Life Years”): metode som karakteriserer en sykdoms alvorlighet, både ift dødelighet og sykdom (tapt leveår)
- Verdien av statistisk liv

## ■ Påvirkning på økologi (ytre miljø)

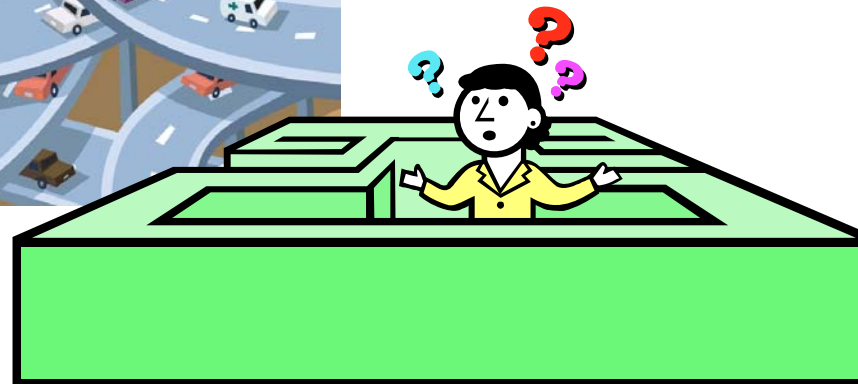
- Opprydningskostnader knyttet til utslipp av PCB til jord og sjø (kr/øre per g PCB)
- Er mulig å overføre til andre stoffer (for eks. kjemikalier) ved hjelp av en såkalt PDF – “Potentially Disappeared fraction”

# Avfall

- Ikke mulig å bruke gjenopprettende tiltak prinsipp (finnes ingen kostnadsoverslag for opprydding)
- Men: Det finnes sannsynlige kostnader for behandling
  - Faktiske kostnader ved riving av eksisterende bebyggelse
  - Faktiske kostnader ved deponering/gjenvinning (dagens behandlingsmetoder)

**Tabell 1: Kostnader knyttet til materialgjenvinning og deponering (SFT, 2007)**

Fraksjon	Materialgjenvinning; innsamling + behandling	Deponering: innsamling + behandling	Nytte
Papir	600+400	500+900	400
Plast	600+437	500+900	363
Tre	600+500	500+900	300
Tekstiler	600+0	500+900	800
Våtorganisk	600+700	500+900	100



## Avveining:

- Omfang
- Korrekthet
- Kvalitetssikre og sikre enighet
- Rettferdig system

# Noen eksempler

	Mengde	Enhet	Total human toxicity, DALY/kg	Human tox, kr	Økotoksistity, PDF/kg	Økotoksistet, kr	Klima, kr	Avfall, kr	Miljø, kr
<b>Klima</b>									
<b>Helse og miljøfarlige stoffer</b>									
<b>Kjemikalie</b>									
<b>Kjemikalie</b>									
<b>Utslipp til luft</b>									
<b>Avfall</b>									
<b>SUM</b>									

1 DALY

1 kg CO2

1 PDF

Blandet avfall

800000 kr/år

600 kr/tonn

4322 kr/kg

1000 kr/tonn



NEPD no.: 0051

Issued, date: 01.11.2008

Valid until, date: 31.10.2008

### Third-party verification of conformity

We confirm that this environmental declaration has been carried out according to ISO 14044, ISO 14025 and ISO 21930, and Product category rules (PCR) of Retningslinjer og generelle produkt kategori regler (PCR) for miljøerklæringer av byggevarer (www.byggforsk.no). The documentation has been carried out with the EcoDec-tool.

The declaration has been prepared by:



Date: 01.11.2008



Knut Ivar Edvardsen  
Head of product certification

Contact person: Trond Nybålien  
Telephone: 81188010  
Fax: 81188020  
e-mail: trond.nybålien@nabs.no

### Manufacturer

Gjøvik Trevare AS  
Ergarvn 1 2827 Hurdalen  
Organisation no. NO 943 772 824 MVA  
ISO 14001/EMAS etc. : NDVK Sertifikat nr. 026

### Background information

Scope  
Year of study  
Expected service life of building  
Service life of product  
Functional unit (FU)

Cradle to grave  
2008  
60 years  
30 years  
window 1,2 m x 1,2 m with U-value 1,4 W/m<sup>2</sup> K and 60 years

### Product description

Outward opening top-swing window with integral childproof safety catch, espagnolette closure and trickle vent as standard.  
The window is supplied in widths from 0.39 – 2.49 m and heights from 0.39 – 1.59 m.  
Jamb and frame in laminated pine/spruce (1 x pine internally + 2 x spruce externally) for strength and stability.  
All timber components are vacuum impregnated and painted white as standard, but can be supplied in all NCS or RAL colours, also in transparent colours (stains) or untreated.  
The H-Window can be supplied with most types of glass, with U-values from 1.1 W/m<sup>2</sup>K for glass (1.4 W/m<sup>2</sup> for windows).



# Vindu

H-vinduet									
		Mengde, g	Total human toxicity, DALY/kg	Human tox, kr	Økotoksistity, PDF/kg	Økotoksisitet, kr	Klima, kr	Avfall, kr	Miljø, kr
<b>Klima</b>	CO2	97770					58,662		
<b>Helse og miljøfarlige stoffer</b>									
<b>Utslipp til luft</b>									
	75-01-4	vinylkloridmonome	0,1	3,0067E-06		8,202E-07			
	107-06-2	1,2 dikloretan	0,67	2,4135E-05	1,294E-02	1,946E-03	5,636E-03		
	14762-94-8	F	0,1		0,000E+00		0,000E+00		
		(5S,8S,11S,17R)- 17-benzyl-5,8,11- tris[3-(hydroxy-(1- hydroxyethyl)ami no	0,02		0,000E+00		0,000E+00		
	50-32-8	Benzo(a)phyrene	0,01	0,09919778	7,936E-01	1,253E+00	5,414E-02		
<b>Avfall</b>	ron								
Levert som blandet avfall		41420						41,42	
<b>SUM</b>				<b>0,807</b>		<b>0,060</b>	<b>58,662</b>	<b>41,42</b>	<b>100,95</b>

# Environmental Declaration ISO 14025



Miljødekke, H265



## Informasjon om produktet:

Deklartert enhet:

Produksjon, montasje, vedlikehold og avhenging av 1m<sup>2</sup> hulldekkелеment HD265, basert på element 12 m med 8 spenntau

## EPD

Næringslivets Stifelse for Miljødeklarasjoner, [epd-norge.no](http://epd-norge.no)

*Biom Green*

Leider Verifikasjonskomité

NEPD nr.: **011NO**

er verifisert og godkjent i tråd med ISO14025, §8.1.4  
Gyldig til 01.02.2011

## Verifikasjon av data:

Uavhengig verifikasjon av data og annen miljøinformasjon i deklarasjonen er foretatt av siv.ing. Anne Rønning i tråd med ISO 14025 § 8.1.3

*Anne Rønning*

## Deklarasjonen er

utarbeidet av:

Ing. Mie Vold, Stifelsen  
Østfoldforskning



PCR: Produktkategori regler for betong (Concrete, 2005:7)  
er brukt som bakgrunn for EPDen.

## Informasjon om produsent:

Contiga AS

1500 Moss, Norge

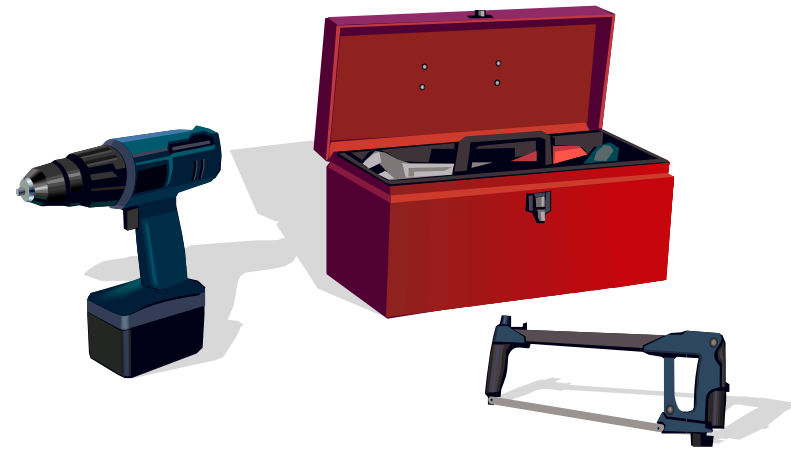
Organisasjonsnummer: NO 917 507 837

# Betongdekke

## Contiga Miljødekke

		Mengde, g	Total human toxid	Human tox, k	Økotoksistity, P	Økotoksisitet, kr	Klima, kr	Avfall, kr	Miljø, kr
<b>Klima</b>	CO2	65000					39		
<b>Helse og miljøfarlige stoffer</b>									
<b>Kjemikalie</b>				0,000E+00		0,000E+00			
<b>Kjemikalie</b>				0,000E+00					
<b>Utslipp til luft</b>	VOC	17,4		0,000E+00					
	Dioksin	0,000000679	0,027140675	1,474E-05	1,976E+01	5,798E-05			
	PAH	0,00281		0,000E+00		0,000E+00			
	Cr, Cd, Hg og Pb	0,068	0,000489615	2,664E-02	7,71E+00	2,265E+00			
<b>Utslipp til vann</b>						0,000E+00			
	VOC	0,0449				0,000E+00			
	PAH	0,000901				0,000E+00			
	Cr, Cd, Hg og Pb	0,185	0,000757583	1,121E-01	2,386E+02	1,908E+02			
<b>Avfall</b>									
	Levert som betong uten armering	370000						74	
<b>SUM</b>				<b>0,139</b>		<b>193,057</b>	<b>39</b>	<b>74</b>	<b>306,20</b>

# Verktøy

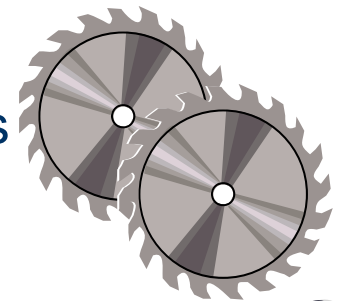


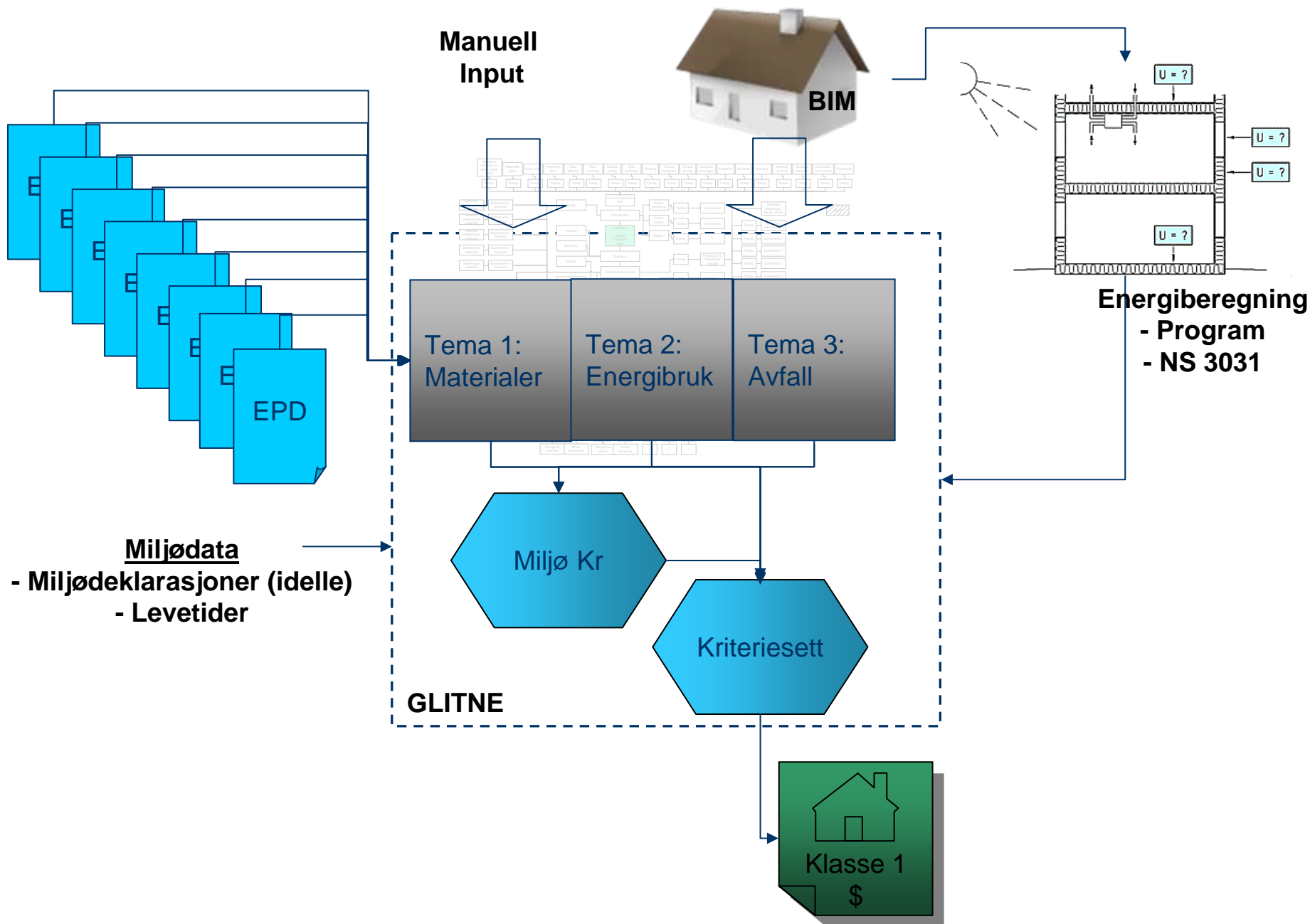
## ■ Mål og ønsker:

- Skal beregne relevante miljøbelastninger og økonomiske verdi av miljøeffekter knyttet til et byggeprosjekt
- Beslutningsstøtteverktøy ("jeg vil være bedre informert før jeg tar en beslutning")
- Rettferdig
- Inngå som en del av de verktøy som allerede benyttes

## ■ Innebærer:

- Tilpasse prosjektfasene (strategi, programmering, prosjektering, utførelse/ferdigstillelse, FVDU, riving og avhending)
- Tilpasset behov hos aktører



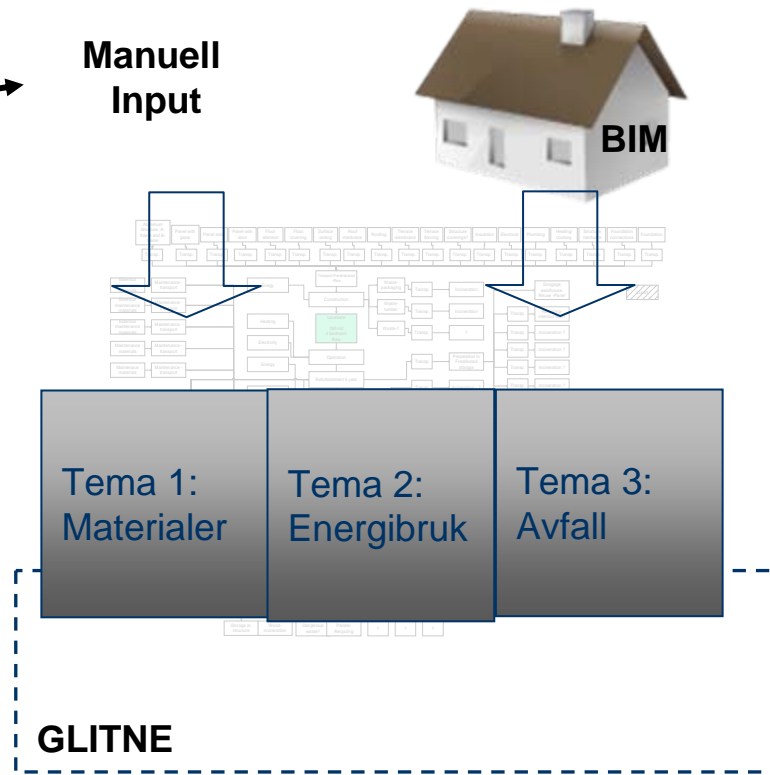


# Prosjektfasene

1. Strategi
2. Programmering
3. Prosjektering
  - a. Skisseprosjekt → Rammesøknad
  - b. Forprosjekt
  - c. Detaljprosjekt → Igangsettingstillatelse
4. Utførelse, Ferdigstilling → Ferdigattest
5. FDVU
6. Riving og avhending

## Case:

- hva skal samles inn av datagrunnlag?
- hvordan?



**Bygning** (mengde materialer og antall enheter = bygningsdel):

- grunn og fundamenter
- bæresystem
- yttervegger, innervegger, dekker, yttertak
- tekniske installasjoner (belysning, ventilasjonsanlegg, sanitæranlegg, varme/el)

## FDV-tall

- energiforbruk
- avfallsmengder
- vannforbruk

**Rehabilitering**  
(”ny” byggeprosess)